

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000062553 A**

(43) Date of publication of application: **29.02.00**

(51) Int. Cl.
B60R 21/00
B62D 6/00
G05D 1/02
G08G 1/16
// B62D113:00

(21) Application number: **10233208**

(22) Date of filing: **19.08.98**

(71) Applicant: **HONDA MOTOR CO LTD**

(72) Inventor: **NIIMURA TOMOYUKI**
ODAKA KENJI

(54) RUNNING SAFETY DEVICE FOR VEHICLE

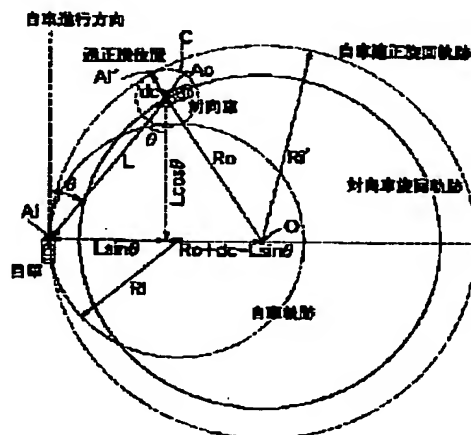
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform accurate contact prevention control when an own car and an oncoming car approach each other with both the cars being turned.

SOLUTION: Based on a relative angle θ and a relative distance L detected by a radar device mounted on an own car A_i , the position of an oncoming car A_o is calculated. A circle C having a radius being a proper lateral distance d_c (a distance, for 3 m, necessary to passing each other between the own car A_i and the oncoming car A_o) centering around the position of the oncoming car A_o is drawn. When a circle contacting the advancing direction of the own car A_i in the position of the own car A_i and contact the outside of the circle C is drawn, the circle is the proper turn locus of the own car A_i . By comparing the actual turning radius R_i of an own car A_i determined by the car speed of the own car A_i and a yaw rate with the turn radius R_i' of the proper turn locus, the degree of a contact risk between the own car A_i and the

oncoming car A_o is decided, and contact prevention control is executed according to the degree of a contact risk.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-62553

(P2000-62553A)

(43)公開日 平成12年2月29日(2000.2.29)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
B 6 0 R 21/00	6 2 0	B 6 0 R 21/00	6 2 0 Z 3 D 0 3 2
B 6 2 D 6/00		B 6 2 D 6/00	5 H 1 8 0
G 0 5 D 1/02		G 0 5 D 1/02	S 5 H 3 0 1
			W
G 0 8 G 1/16		G 0 8 G 1/16	D

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平10-233208

(22)出願日 平成10年8月19日(1998.8.19)

(71)出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72)発明者 新村 智之

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(72)発明者 小▲高▼ 賢二

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(74)代理人 100071870

弁理士 落合 健 (外1名)

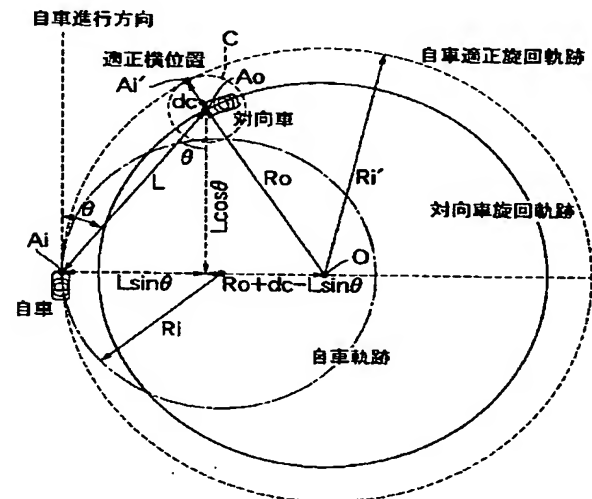
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 車両の走行安全装置

(57)【要約】

【課題】 自転車および対向車が旋回しながら接近する場合に的確な接触回避制御を行えるようにする。

【解決手段】 自転車A_iに搭載したレーダー装置で検出した相対角度 θ および相対距離Lに基づいて対向車A_oの位置を算出し、その対向車A_oの位置を中心として適正横距離dc(自転車A_iおよび対向車A_oが適正にすれ違うために必要な距離、例えば3m)を半径とする円Cを描き、自転車A_iの位置において自転車A_iの進行方向に接するとともに、前記円Cの外側に接する円を描くと、その円が自転車A_iの適正旋回軌跡となる。自転車A_iの車速およびヨーレートから求めた自転車A_iの実際の旋回半径R_iと、前記適正旋回軌跡の旋回半径R_i'とを比較することにより、自転車A_iおよび対向車A_oの接触危険度を判定し、その接触危険度に応じて接触回避制御を実行する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 自車(Ai)の進行方向に存在する物体を検出する物体検出手段(3)と；自車(Ai)の車速(Vi)を検出する車速検出手段(S_i)と；自車(Ai)のヨーレート(γ_i)を検出する自車ヨーレート検出手段(S_i)と；物体検出手段(3)による検出結果および車速検出手段(S_i)で検出した自車(Ai)の車速(Vi)に基づいて対向車(Ao)を判別するとともに、自車(Ai)と対向車(Ao)との相対位置(θ)、相対速度(Vs)および相対距離(L)を算出する相対関係算出手段(M1)と；自車(Ai)および対向車(Ao)が旋回中であることを判別する旋回判別手段(M2)と；自車(Ai)の車速(Vi)およびヨーレート(γ_i)に基づいて自車(Ai)の旋回軌跡を算出する自車旋回軌跡算出手段(M3)と；旋回中に自車(Ai)および対向車(Ao)が適正にすれ違うために必要な予め設定された適正横距離(dc)と、前記相対位置(θ)と、前記相対距離(L)とに基づいて対向車(Ao)の旋回軌跡を算出する対向車旋回軌跡算出手段(M4)と；前記自車(Ai)の旋回軌跡および前記対向車(Ao)の旋回軌跡を比較して自車(Ai)および対向車(Ao)が接触する危険度を算出する危険度算出手段(M5)と；自車(Ai)が対向車(Ao)と接触するのを回避すべく、算出した危険度に応じて自車(Ai)に接触回避動作を行わせる接触回避手段(M6)と；を備えたことを特徴とする車両の走行安全装置。

【請求項2】 前記旋回判別手段(M2)は、前記相対速度(Vs)、前記相対距離(L)および前記ヨーレート(γ_i)に基づいて自車(Ai)および対向車(Ao)が旋回中であることを判別することを特徴とする、請求項1に記載の車両の走行安全装置。

【請求項3】 前記旋回判別手段(M2)により自車(Ai)および対向車(Ao)が旋回中であることが判別されたときは、判別されないときに比べて前記接触回避手段(M6)による接触回避動作を弱めることを特徴とする、請求項1または2に記載の車両の走行安全装置。

【請求項4】 自車(Ai)および対向車(Ao)が旋回中であることが判別されないときの接触回避動作は操舵装置(11)を自動的に操舵するものであり、自車(Ai)および対向車(Ao)が旋回中であることが判別されたときの接触回避動作は操舵装置(11)の保能力を調整するものであることを特徴とする、請求項1～3の何れかに記載の車両の走行安全装置。

【請求項5】 前記対向車旋回軌跡算出手段(M4)の代わりに、旋回中の自車(Ai)が対向車(Ao)と前記適正横距離(dc)を介して適正にすれ違うための適正旋回軌跡を算出する自車適正旋回軌跡算出手段(M4')を備えてなり、

前記危険度算出手段(M5)は、前記自車(Ai)の旋回軌跡および前記自車(Ai)の適正旋回軌跡を比較して自車(Ai)および対向車(Ao)が接触する危険度を算出することを特徴とする、請求項1～4の何れかに記載の車両の走行安全装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーダー装置等の物体検出手段を用いて自車が対向車に接触するのを防止する車両の走行安全装置に関する。

【0002】

【従来の技術】かかる車両の走行安全装置は、特開平7-14100号公報により既に知られている。

【0003】上記公報に記載されたものは、物体検出手段で対向車を検出し、自車速度、対向車速度、自車および対向車の相対速度、自車とセンターラインとの距離、自車の進行方位角等から自車および対向車の衝突危険度を予測し、衝突危険度が所定の基準値以上になったときに警報や自動減速を行なうようになっている。

20 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記従来のものは、自車および対向車が直線路上を走行していることを前提にしているため、カーブ路等において自車および対向車が旋回しながら接近する場合には衝突危険度を正確に予測することができず、衝突回避を的確に行なうことができないという問題がある。

【0005】本発明は、前述の事情に鑑みてなされたもので、自車および対向車が旋回しながら接近する場合に的確な接触回避制御を行うことを目的とする。

30 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に記載された発明は、自車の進行方向に存在する物体を検出する物体検出手段と；自車の車速を検出する車速検出手段と、自車のヨーレートを検出する自車ヨーレート検出手段と；物体検出手段による検出結果および車速検出手段で検出した自車の車速に基づいて対向車を判別するとともに、自車と対向車との相対位置、相対速度および相対距離を算出する相対関係算出手段と；自車および対向車が旋回中であることを判別する旋回判別手段と；自車の車速およびヨーレートに基づいて自車の旋回軌跡を算出する自車旋回軌跡算出手段と；旋回中に自車および対向車が適正にすれ違うために必要な予め設定された適正横距離と、前記相対位置と、前記相対距離とに基づいて対向車の旋回軌跡を算出する対向車旋回軌跡算出手段と；前記自車の旋回軌跡および前記対向車の旋回軌跡を比較して自車および対向車が接触する危険度を算出する危険度算出手段と；自車が対向車と接触するのを回避すべく、算出した危険度に応じて自車に接触回避動作を行わせる接触回避手段とを備えたことを特徴とする。

【0007】上記構成によれば、自車および対向車が旋回中であることが判別された場合に、自車の車速およびヨーレートに基づいて自車の旋回軌跡を算出するとともに、旋回中に自車および対向車が適正にすれ違うために必要な予め設定された適正横距離と、自車および対向車の相対位置および相対距離とに基づいて対向車の旋回軌跡を算出し、それら自車の旋回軌跡および対向車の旋回軌跡を比較して接触の危険度を算出するので、接触回避制御が困難な旋回中であっても誤制御になったり無制御になったりするのを回避して自車に確実な接触回避動作を行わせることができる。

【0008】また請求項2に記載された発明は、請求項1の構成に加えて、前記旋回判別手段は、前記相対速度、前記相対距離および前記ヨーレートに基づいて自車および対向車が旋回中であることを判別することを特徴とする。

【0009】上記構成によれば、自車のヨーレートだけでなく、自車と対向車との相対速度および相対距離を考慮して旋回中であるか否かを的確に判別することができる。

【0010】また請求項3に記載された発明は、請求項1または2の構成に加えて、前記旋回判別手段により自車および対向車が旋回中であることが判別されたときは、判別されないときに比べて前記接触回避手段による接触回避動作を弱めることを特徴とする。

【0011】上記構成によれば、自車および対向車が直進走行中であるとき、すなわち自車および対向車の接触可能性の判定精度が高いときには、強い接触回避動作を行なって対向車との接触を積極的に回避することができる。また自車および対向車が旋回中であるとき、すなわち自車および対向車の接触可能性の判定精度が低いときには、弱い接触回避動作を行なって誤制御の可能性を最小限に抑えることができる。

【0012】また請求項4に記載された発明は、請求項1～3の何れかの構成に加えて、自車および対向車が旋回中であることが判別されないときの接触回避動作は操舵装置を自動的に操舵するものであり、自車および対向車が旋回中であることが判別されたときの接触回避動作は操舵装置の保舵力を調整するものであることを特徴とする。

【0013】上記構成によれば、自車および対向車が直進走行中であるとき、すなわち自車および対向車の接触可能性の判定精度が高いときには、操舵装置を自動的に操舵して対向車との接触を積極的に回避することができる。また自車および対向車が旋回中であるとき、すなわち自車および対向車の接触可能性の判定精度が低いときには、操舵装置の保舵力を調整することによりドライバーの操舵を抑制あるいは援助して自車が対向車に更に接近する方向に操舵が行なわれるのを防止することができる。

【0014】また請求項5に記載された発明は、請求項1～4の何れかの構成に加えて、前記対向車旋回軌跡算出手段の代わりに、旋回中の自車が対向車と前記適正横距離を介して適正にすれ違うための適正旋回軌跡を算出する自車適正旋回軌跡算出手段を備えてなり、前記危険度算出手段は、前記自車の旋回軌跡および前記自車の適正旋回軌跡を比較して自車および対向車が接触する危険度を算出することを特徴とする。

【0015】上記構成によれば、前記対向車の旋回軌跡を算出する代わりに、旋回中の自車が対向車と前記適正横距離を介して適正にすれ違うための自車の適正旋回軌跡を算出し、この自車の適正旋回軌跡を自車の旋回軌跡と比較して自車および対向車が接触する危険度を算出するので、右旋回中か左旋回中かに応じて前記適正横距離を加算あるいは減算することなく、自車の適正旋回軌跡および自車の旋回軌跡を直接比較して接触の危険度を算出することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、添付図面に示した本発明の実施例に基づいて説明する。

【0017】図1～図24は本発明の一実施例を示すもので、図1は走行安全装置を備えた車両の全体構成図、図2は走行安全装置のブロック図、図3は車両の操舵装置の斜視図、図4は電子制御ユニットの機能の説明図、図5は旋回時衝突回避制御部の回路構成を示すブロック図、図6はメインルーチンのフローチャート、図7は正面衝突回避制御ルーチンのフローチャート、図8は旋回時衝突回避制御ルーチンのフローチャート、図9は正面衝突判断ルーチンのフローチャート、図10は警報制御ルーチンのフローチャート、図11は回避操舵制御ルーチンのフローチャート、図12は旋回時衝突回避制御の内容を示す図、図13は横偏差 δd を算出する手法の説明図（衝突が発生する場合）、図14は横偏差 δd を算出する手法の説明図（自車が対向車の左側を通過する場合）、図15は横偏差 δd を算出する手法の説明図（自車が対向車の右側を通過する場合）、図16は横偏差 δd の補正係数を検索するマップ、図17は衝突回避のための目標操舵角の算出手法の説明図、図18は操舵角補正值 $\delta(\theta)$ を検索するマップ、図19は最大操舵角を検索するマップ、図20はアクチュエータの制御系のブロック図、図21は右旋回中に対向車の旋回半径を算出する手法の説明図、図22は左旋回中に対向車の旋回半径を算出する手法の説明図、図23は正面衝突回避制御および旋回時衝突回避制御を判別するマップ、図24は操舵装置の保舵力制御の種々の例を説明する図である。

【0018】図1および図2に示すように、左右の前輪 Wf 、 Wf および左右の後輪 Wr 、 Wr を備えた車両は、操舵輪である左右の前輪 Wf 、 Wf を操舵するためのステアリングホイール1と、ドライバーによるステアリングホイール1の操作をアシストする操舵力および衝

突回避のための操舵力を発生する電動パワーステアリング装置2とを備える。電動パワーステアリング装置2の作動を制御する電子制御ユニットUには、物体検出手段としてのレーダー装置3と、ステアリングホイール1の操舵角を検出する操舵角センサS₁と、ステアリングホイール1に入力される操舵トルクを検出する操舵トルクセンサS₂と、車体の横加速度を検出する横加速度センサS₃と、車体のヨーレートを検出する自車ヨーレートセンサS₄と、各車輪W_f、W_f；W_r、W_rの回転数を検出する車速センサS₅、…からの信号が入力される。電子制御ユニットUは、レーダー装置3および各センサS₁、…からの信号に基づいて電動パワーステアリング装置2の作動を制御するとともに、液晶ディスプレイよりなる表示器4およびブザーやランプよりなる警報器5の作動を制御する。

【0019】レーダー装置3は、自車前方の左右方向所定範囲に向けて電磁波を送信し、その電磁波が物体に反射された反射波を受信することにより、自車と物体との相対距離、自車と物体との相対速度、物体の方向を検出する。本実施例では、1回の送受信で自車と物体との上

記相対関係を検出することができるミリ波レーダーが用いられる。

【0020】図3は操舵装置11の構造を示すもので、ステアリングホイール1の回転はステアリングシャフト12、連結軸13およびピニオン14を介してラック15に伝達され、更にラック15の往復動が左右のタイロッド16、16を介して左右の前輪W_f、W_fに伝達される。操舵装置11に設けられた前記電動パワーステアリング装置2は、アクチュエータ17の出力軸に設けた駆動ギヤ18と、この駆動ギヤ18に噛み合う従動ギヤ19と、この従動ギヤ19と一体のスクリーシャフト20と、このスクリーシャフト20に噛み合うとともに前記ラック15に連結されたナット21とを備える。従って、アクチュエータ17を駆動すれば、その駆動力を駆動ギヤ18、従動ギヤ19、スクリーシャフト20、ナット21、ラック15および左右のタイロッド16、16を介して左右の前輪W_f、W_fに伝達することができる。

【0021】図4に示すように、電子制御ユニットUは電動パワーステアリング制御手段22と、正面衝突回避制御手段23と、切換手段24と、出力電流決定手段25とを備える。通常時は切換手段24が電動パワーステアリング制御手段22側に接続されており、電動パワーステアリング装置2は通常のパワーステアリング機能を発揮する。すなわち、操舵トルクセンサS₂の出力に基づいて算出される操舵トルクが車速センサS₅、…の出力に基づいて算出される車速に応じた所定の値になるように出力電流決定手段25がアクチュエータ17への出力電流を決定し、この出力電流を駆動回路26を介してアクチュエータ17に出力することにより、ドライバーに

よるステアリングホイール1の操作がアシストされる。一方、自車が対向車と正面衝突する可能性がある場合には切換手段24が正面衝突回避制御手段23側に接続され、正面衝突回避制御手段23でアクチュエータ17の駆動を制御することにより、対向車との正面衝突を回避するための自動操舵が実行される。この自動操舵の内容は後から詳述する。

【0022】次に、クレーム対応図である図5に基づいて正面衝突回避制御手段23の中の旋回時衝突回避部の構成と、その機能の概要とを説明する。

【0023】旋回時衝突回避部は、相対関係算出手段M1と、旋回判別手段M2と、自車旋回軌跡算出手段M3と、対向車旋回軌跡算出手段M4と、自車適正旋回軌跡算出手段M4'と、危険度算出手段M5と、接触回避手段M6から構成される。

【0024】相対関係算出手段M1は、物体検出手段（レーダー装置3）および車速検出手段（車速センサS₅、…）の出力に基づいて、自車A_iと対向車A_oとの相対角度（相対位置） θ 、相対距離Lおよび相対速度V_sを算出する。旋回判別手段M2は、自車A_iと対向車A_oとの相対角度 θ および相対距離Lに基づいて自車A_iおよび対向車A_oが旋回中であるか否かを判別する。自車旋回軌跡算出手段M3は、車速検出手段S₅、…で検出した自車A_iの車速V_iと、自車ヨーレート検出手段（自車ヨーレートセンサS₄）で検出した自車ヨーレート γ_i とに基づいて、自車A_iの旋回軌跡を算出する。

【0025】対向車旋回軌跡算出手段M4は、自車A_iが対向車A_oと適正にすれ違うために必要な予め設定された適正横距離d_cと、自車A_iと対向車A_oとの相対角度 θ および相対距離Lとに基づいて、対向車A_oの旋回軌跡を算出する。自車適正旋回軌跡算出手段M4'は、前記対向車旋回軌跡算出手段M4と置換可能なもので、自車A_iが対向車A_oと適正にすれ違うために必要な予め設定された適正横距離d_cと、自車A_iと対向車A_oとの相対角度 θ および相対距離Lとに基づいて、自車A_iの適正旋回軌跡を算出する。

【0026】危険度算出手段M5は、自車A_iの旋回軌跡と対向車A_oの旋回軌跡とに基づいて、あるいは自車A_iの旋回軌跡と自車A_iの適正旋回軌跡とに基づいて、自車A_iが対向車A_oに接触する接触危険度を算出する。接触回避手段M6は、自車A_iが対向車A_oに接触する可能性があるときに、その接触を回避すべく操舵装置11のアクチュエータ17を制御する。

【0027】次に、本実施例の作用を図6～図11のフローチャートを参照しながら詳細に説明する。

【0028】まず、図6のメインルーチンのステップS11で操舵角センサS₁、操舵トルクセンサS₂、横加速度センサS₃、自車ヨーレートセンサS₄および車速センサS₅、…の出力に基づいて自車の状態を検出する。続くステップS12で、レーダー装置3で対向車の状態

10

20

30

40

50

を検出する。レーダー装置3は対向車以外にも前走車、歩道橋、標識、キャッツアイ等を検出するが、自車との相対速度に基づいて対向車を他の物体から識別することができる。続くステップS13で、自車の状態および対向車の状態を表示器4に表示する。

【0029】続くステップS14で、レーダー装置3および各センサ $S_1 \sim S_n$ の検出結果に基づいて正面衝突回避制御が適切に行われているか否かをチェックする。正面衝突回避制御はドライバーが過度な走行を行っていない場合だけに実行されるもので、例えばオーバースピードでの走行時には、ステップS15でシステムの作動を中止するとともに、その旨を表示器4でドライバーに報知して適切な運転を促す。また前記ステップS14のシステムチェックの結果、ドライバーが対向車との正面衝突を回避すべく自発的なステアリング操作を行ったことが検出された場合には、ステップS16で正面衝突回避制御を中止して通常の電動パワーステアリング制御に復帰するとともに、その旨を表示器4でドライバーに報知する。これにより、ドライバーによる自発的なステアリング操作と正面衝突回避制御の自動操舵制御とが干渉するのを回避することができる。

【0030】前記ステップS14のシステムチェックの結果が正常であれば、ステップS17で自車の走行状態を判定する。自車が直進に近い走行状態にあり、レーダー装置3および各センサ $S_1 \sim S_n$ の検出結果に基づいて対向車とすれ違う（衝突する）時刻と、そのときの自車および対向車の位置関係とが的確に推定可能な場合であれば、ステップS18に移行して正面衝突回避制御を実行する。一方、過度な走行ではないが自車の旋回角度合いが強く、対向車とすれ違う（衝突する）時刻と、そのときの自車および対向車の位置関係とが的確に推定できない場合であれば、ステップS19に移行して旋回時衝突回避制御を実行する。そしてステップS20で、自車と対向車との衝突を回避すべく、正面衝突回避制御あるいは旋回時衝突回避制御に基づいて電動パワーステアリング装置2のアクチュエータ17を作動させる。

【0031】前記正面衝突回避制御は自車および対向車が実質的に直進走行中である場合に実行され、前記旋回時衝突回避制御は自車および対向車が旋回中である場合に実行されるが、自車および対向車が実質的に直進走行中であるか旋回中であるかは、以下のようにして判別される。

【0032】図23に示すように、旋回度合を表す値（例えば自車のヨーレート γ_i ）と、レーダー装置3の出力に基づいて算出した自車と対向車との相対距離 L を相対速度 V_s で除算した値（接触までの時間）とが共に小さい領域では、旋回による横方向の位置変化が小さく、自車および対向車が実質的に直進走行中であると判別して正面衝突回避制御が実行される。またヨーレート γ_i と接触までの時間とが共に大きい領域では、旋回に

よる横方向の位置変化が大きいために接触時刻での接触可能性の判断が困難になる。従って、自車および対向車が旋回中であると判別して旋回時衝突回避制御が実行される。その際に、自車の車速 V_i の大小に応じて閾値となるラインの位置が補正される。

【0033】次に、前記ステップS18の「正面衝突回避制御」の内容を、図7のフローチャートに基づいて説明する。

【0034】先ずステップS21で、自車および対向車が衝突する可能性の程度を表す衝突判断パラメータを、すなわち自車および対向車がすれ違う時刻（あるいは衝突する時刻）における自車と適正進路 R との横偏差 δd を算出する。そしてステップS22で、前記横偏差 δd を後述する閾値と比較することにより衝突の可能性の有無を判定し、衝突の可能性があり且つその可能性が小さい場合には、ステップS23で警報器5を作動させてドライバーに警報を発するとともに、衝突の可能性があり且つその可能性が大きい場合には、ステップS24でアクチュエータ17を駆動して対向車を回避するための自動操舵を実行する。前記ステップS22の「衝突判断」、前記ステップS23の「警報制御」および前記ステップS24の「回避操舵制御」の具体的な内容は、図9、図10および図11に基づいて後から詳述する。

【0035】次に、前記ステップS22の「衝突判断」の内容を、図9のフローチャートおよび図13～図15の説明図に基づいて説明する。

【0036】先ず、ステップS41で車速センサ S_1 …に出力に基づいて自車 A_i の車速 V_i を算出し、ステップS42で自車ヨーレートセンサ S_2 の出力に基づいて自車 A_i のヨーレート γ_i を算出し、ステップS43でレーダー装置3の出力に基づいて自車 A_i と対向車 A_o との相対距離 L を算出し、ステップS44でレーダー装置3の出力に基づいて自車 A_i と対向車 A_o との相対速度 V_s を算出し、ステップS45でレーダー装置3の出力に基づいて自車 A_i と対向車 A_o との相対角度 θ を算出する。続くステップS46で、対向車と衝突せずにすれ違うための自車 A_i の本来の適正進路 R を、現在の対向車 A_o の位置から測った適正横距離 d_a に基づいて設定する。この適正横距離 d_a は予め設定されており、その値は例えば3mとされる。続くステップS47で、自車 A_i の車速 V_i およびヨーレート γ_i と、自車 A_i に対する対向車 A_o の相対位置関係から、対向車 A_o のヨーレート γ_o を算出する。そしてステップS48で、自車 A_i が対向車 A_o とすれ違う位置（接触位置 P ）における自車 A_i および対向車 A_o 間の横偏差 δd を算出する。以下、この横偏差 δd を算出する過程を、図13に基づいて詳細に説明する。

【0037】図13は、左側通行の道路で自車 A_i が誤って対向車 A_o 側の車線に進入しようとする状態を示している。ここで、適正横位置 A_i' は、自車 A_i の適正

進路R上であって、現在の対向車A_oの位置の横方向に対応する位置であり、その適正横位置A_i'と対向車A_oとの間の距離は適正横距離d_a(例えば3m)である。Lは自車A_iと対向車A_oとの相対距離であってレーダー装置3の出力に基づいて算出される。θは自車A_iと対向車A_oとの相対角度であってレーダー装置3の出力に基づいて算出される。εは自車A_iの適正進路Rの方向と対向車A_oの方向との成す角度であって、相対距離Lおよび適正横距離d_aに基づいて幾何学的に求められる。V_iは自車A_iの車速であって、車速センサS₁の出力に基づいて算出される。V_sは自車A_iの車速V_iと対向車A_oの車速V_oとの差に相当する相対車速であって、レーダー装置3の出力に基づいて算出される。

【0038】図13において、斜線を施した三角形において、

$$X \cos(\theta + \varepsilon) = L \sin \theta \quad \dots (1)$$

が成立し、これをXについて解くと、

$$X = L \sin \theta / \cos(\theta + \varepsilon) \quad \dots (2)$$

が得られる。また現在を基準として計った接触時間t_c * 20

$$\delta d = \frac{V_i \cos(\theta + \varepsilon)}{V_s \cos \varepsilon} \left\{ d_a + \frac{L \sin \theta}{\cos(\theta + \varepsilon)} \right\} \quad \dots (6)$$

【0042】(6)式の右辺における5つの変数のうち、V_iは常に算出可能であり、且つV_s、L、θ、εはレーダー装置3の1回の送受信で算出可能であるため、レーダー装置3で最初に対向車A_oを判別した時点で速やかに横偏差δdを算出することができる。従って、自車A_iおよび対向車A_oが相互に接近するために接触時間t_cに余裕がない場合でも、速やかに接触可能性の判定を行なって衝突回避制御を開始することができる。

【0043】而して、図9のフローチャートのステップS49で、前記横偏差δdを予め設定した接触判定基準値と比較し、横偏差δdが第1接触判定基準値δ_{dn}および第2接触判定基準値δ_{dx}の間にあれば、すなわちδ_{dn} < δd < δ_{dx}が成立すれば、ステップS50で自車A_iが対向車A_oに衝突する可能性があるとして判定する(図13参照)。一方、図14に示すようにδd ≤ δ_{dn}であれば、あるいは図15に示すようにδd ≥ δ_{dx}であれば、ステップS51で自車A_iが対向車A_oに※

$$y_i = (V_i \cdot \gamma_i / 2) \cdot (L / V_s)^2 \quad \dots (7)$$

で与えられる。

【0047】同様に、対向車A_oが車速V_o、ヨーレートγ_oで走行するとV_oγ_oの横加速度が発生するため、このV_oγ_oを2回積分することにより対向車A_o★

$$y_o = (V_o \cdot \gamma_o / 2) \cdot (L / V_s)^2 \quad \dots (8)$$

で与えられる。

【0048】而して、前記(6)式の横偏差δdを自車A_iの横方向移動量y_iおよび対向車A_oの横方向移動

* (すれ違い時刻あるいは衝突時刻までの経過時間)は、相対距離Lを相対速度V_sで除算した値として得られる。

【0039】

$$t_c = L / V_s \quad \dots (3)$$

また自車A_iから接触位置P(すれ違い位置あるいは衝突位置)までの距離L_cは、車速V_iと接触時間t_cとの積として得られる。

【0040】

$$L_c = V_i \cdot t_c = L (V_i / V_s) \quad \dots (4)$$

図13から明らかなように、自車A_iの位置において角度θ + εの頂点を共有する2つの直角三角形の相似関係から、

$$L_c' : L = \delta d : d_a + X \quad \dots (5)$$

が成立し、更にL_c' cos ε = L_c cos(θ + ε)の関係と、前記(2)式、(4)式および(5)式とから、横偏差δdが次式のように得られる。

【0041】

【数1】

※衝突する可能性がないと判定する。図15の状態は、例えば自車A_iが分岐路に進入するために対向車A_oの車線を斜めに横切るような場合に相当する。

【0044】尚、前記第1接触判定基準値δ_{dn}および第2接触判定基準値δ_{dx}は自車A_iの車幅等に応じて適宜設定されるもので、例えば第1接触判定基準値δ_{dn} = 1.5m、第2接触判定基準値δ_{dx} = 4.5mとされる。

【0045】以上の説明では横偏差δdを算出する際に自車A_iのヨーレートγ_iおよび対向車A_oのヨーレートγ_oを考慮していないが、それらヨーレートγ_i、γ_oを考慮することにより、更に精度の高い衝突回避が行われる。

【0046】自車A_iが車速V_i、ヨーレートγ_iで走行するとV_iγ_iの横加速度が発生するため、このV_iγ_iを2回積分することにより自車A_iの横方向移動量y_iが算出される。従って、接触時間t_c = L/V_sにおける自車A_iの横方向移動量y_iは、

★の横方向移動量y_oが算出される。従って、接触時間t_c = L/V_sにおける対向車A_oの横方向移動量y_oは、

量y_oで補正した次式を用いることにより、横偏差δdの精度を一層高めることができる。

【0049】

【数2】

$$\delta d = \frac{V_i \cos(\theta + \varepsilon)}{V_s \cos \varepsilon} \left(d_a + \frac{L \sin \theta}{\cos(\theta + \varepsilon)} \right) + y_i + y_o \quad \dots (9)$$

【0050】対向車A oのヨーレート γ_o は、レーダー装置3の出力に基づいて対向車A oの位置を複数回検出して該対向車A oの旋回軌跡を推定すれば、その旋回半径と対向車A oの車速 V_o とに基づいて算出される。従って、対向車A oのヨーレート γ_o はレーザ装置3の1回の送受信では検出することができず、(9)式における対向車A oのヨーレート γ_o を用いた補正を行うには若干の演算時間が必要になる。但し、図6のフローチャートのステップS17で説明したように、この正面衝突回避制御は自車A iが実質的に直線走行しているとき(直線路を走行しているとき)に行われるもので、このとき対向車A oのヨーレート γ_o が大きな値を持つこと*

は稀である。このことから、対向車A oのヨーレート γ_o を用いた補正を行わなくても十分な精度を確保することができる。

10 【0051】ところで、前記第1接触判定基準値 δd_n および第2接触判定基準値 δd_x を固定値とする代わりに、第1接触判定基準値 δd_n および第2接触判定基準値 δd_x を横偏差 δd を算出した時点における自車A iおよび対向車A oの走行状態で補正すれば、正面衝突回避制御を更に精度良く行うことができる。すなわち、第1接触判定基準値 δd_n の補正は、3つの補正係数 k_{1n} 、 k_{2n} 、 k_{3n} を用いて、

$$\delta d_n \leftarrow k_{1n} \cdot k_{2n} \cdot k_{3n} \cdot \delta d_n \quad \dots (10)$$

のように行われ、第2接触判定基準値 δd_x の補正は3※20※つの補正係数 k_{1x} 、 k_{2x} 、 k_{3x} を用いて、

$$\delta d_x \leftarrow k_{1x} \cdot k_{2x} \cdot k_{3x} \cdot \delta d_x \quad \dots (11)$$

のように行われる。

【0052】補正係数 k_{1n} 、 k_{1x} は、図16(A)に示すマップから衝突までの時間(接触時間 t_c)に基づいて検索される。接触時間 t_c が小さいために横偏差 δd の算出誤差が小さいと推定される領域では、補正係数 k_{1n} 、 k_{1x} は1に保持される。接触時間 t_c が大きいために横偏差 δd の算出誤差が大きいと推定される領域では、補正係数 k_{1n} は接触時間 t_c の増加に伴って1から増加するとともに、補正係数 k_{1x} は接触時間 t_c の増加に伴って1から減少する。これにより、横偏差 δd の算出誤差が大きい領域で第1接触判定基準値 δd_n および第2接触判定基準値 δd_x の間の幅を小さくし、不確実な正面衝突回避制御が行われるのを回避することができる。

【0053】補正係数 k_{2n} 、 k_{2x} は、図16(B)に示すマップから自車A iおよび対向車A oの相対距離 L に基づいて検索される。相対距離 L が小さいために横偏差 δd の算出誤差が小さいと推定される領域では、補正係数 k_{2n} 、 k_{2x} は1に保持される。相対距離 L が大きいために横偏差 δd の算出誤差が大きいと推定される領域では、補正係数 k_{2n} は相対距離 L の増加に伴って1から増加するとともに、補正係数 k_{2x} は相対距離 L の増加に伴って1から減少する。これにより、横偏差 δd の算出誤差が大きい領域で第1接触判定基準値 δd_n および第2接触判定基準値 δd_x の間の幅を小さくし、不確実な正面衝突回避制御が行われるのを回避することができる。

【0054】補正係数 k_{3n} 、 k_{3x} は、図16(C)に示すマップから自車A iのヨーレート γ_i に基づいて

検索される。自車A iのヨーレート γ_i が0であって横偏差 δd の算出誤差が小さいと推定されるときには、補正係数 k_{3n} 、 k_{3x} は1に設定される。自車A iのヨーレート γ_i の増加に伴って横偏差 δd の算出誤差が増加すると補正係数 k_{3n} は1から増加するとともに、補正係数 k_{3x} は1から減少する。これにより、横偏差 δd の算出誤差が大きい領域で第1接触判定基準値 δd_n および第2接触判定基準値 δd_x の間の幅を小さくし、不確実な正面衝突回避制御が行われるのを回避することができる。

【0055】次に、前記ステップS23の「警報制御」の内容を、図10のフローチャートに基づいて説明する。

【0056】まず、ステップS61で衝突情報を受信する。衝突情報とは、接触時間 t_c (衝突までの時間)、接触位置Pでの自車A iおよび対向車A oの走行状態、横偏差 δd 等である。続くステップS62で一次警報の判断を行い、接触時間 t_c が例えば4秒未満になると、ステップS63で警報器5を作動させて一次警報を開始する。続いてステップS64で二次警報の判断を行い、接触時間 t_c が例えば3秒未満になると、ステップS65で警報器5を作動させて二次警報を開始する。一次警報は衝突までの時間的余裕が比較的に大きい場合に実行され、また二次警報は衝突までの時間的余裕が比較的に小さい場合に実行されるもので、その差異をドライバーに認識させるべくブザーの音色等やランプの色を変化させる。ドライバーは警報器5による警報により衝突の危険を認識して自発的な回避操作を行うことができる。

50 【0057】次に、前記ステップS24の「回避操舵制

御」の内容を、図11のフローチャートに基づいて説明する。

【0058】先ず、ステップS71で、前記ステップS61と同様に衝突情報を受信した後に、続くステップS72で操舵開始の判断を行い、接触時間 t_c が前記二次警報の閾値である3秒よりも短い閾値 τ 。(例えば2.2秒)未満になると、ステップS73で衝突回避のための横移動量を算出する。この横移動量は、基本的に前記ステップS48で算出した横偏差 δd の今回値が充てられるが、誤差を除去するために前回値を用いて平均化処理を行う。

【0059】先ずステップS74で、自車 A_i の車速 V_i に基づいてドライバーに違和感を与えない目標操舵角 δh を求める。図17(A)、(B)に示すように、回避運動は自車 A_i が対向車 A_o を回避した後に自車 A_i の元の進路上に復帰するように行われるもので、接触時*

$$\delta h = \frac{YG \cdot N \cdot (1 + K_s \cdot V_i^2)}{V_i^2} \quad \dots (12)$$

【0062】前記(12)式で与えられる目標操舵角 δh では、自車 A_i および対向車 A_o の相対角度 θ の方向が自車 A_i から対向車 A_o 側を向いていると、衝突回避を行なうために不足する場合が考えられる。そこで、前記相対角度 θ に基づく目標操舵角補正值 $\delta(\theta)$ (図1*

$$\delta h = \frac{YG \cdot N \cdot (1 + K_s \cdot V_i^2)}{V_i^2} + \delta(\theta) \quad \dots (13)$$

【0064】続くステップS75で、図19に示すマップに基づいて上記目標操舵角 δh の最大値 δh_x を算出し、ステップS76で目標操舵角 δh が最大値 δh_x を越えていれば、ステップS77で前記最大値 δh_x で目標操舵角 δh の上限値を制限するように補正を行なう。この補正により、車速 V_i が大きいために大きい目標操舵角 δh が採用されてドライバーに違和感を与えるような横加速度が発生するのを防止することができる。

【0065】続くステップS78で、前記ステップS73で算出した横移動量(すなわち横偏差 δd)と、前記ステップS74~S77で算出した目標操舵角 δh により発生する横移動量と比較する。その結果、前者の横移動量(すなわち横偏差 δd)よりも後者の横移動量(すなわち横偏差 δd)よりも後者の横移動量が大きい場合には、つまり、目標操舵角 δh により発生する横移動量が衝突回避に必要な横移動量よりも大きい場合には、必要な横移動量が得られる値まで目標操舵角 δh を減少方向に補正する。逆に、前者の横移動量(すなわち横偏差 δd)よりも後者の横移動量が小さい場合には、つまり、目標操舵角 δh により発生する横移動量が衝突回避に必要な横移動量よりも小さい場合には、目標操舵角 δh の補正は行なわない。

【0066】而して、ステップS79で、対向車 A_o との衝突を回避すべく、前記目標操舵角 δh に応じて操舵

*間 t_c (閾値 τ 。)が経過した時点での横移動量の基準値を、衝突回避の効果と最終的に車線を逸脱しないことを考慮して例えば2mに設定する。また回避操舵により発生する最大横加速度 YG が大き過ぎたり、操舵速度が速過ぎたりしてドライバーに違和感を与えないようにし、且つ操舵開始より τ 。が経過したときに2mの横移動を行うようにしなければならない。以上のことから本実施例では、例えば最大横加速度 YG を0.15G程度に設定し、操舵周期を4秒(0.25Hz)程度に設定する。

【0060】而して、衝突回避のための目標操舵角 δh は、 N をステアリングギア比とし、 K_s をスタビリティファクターとして、次式により与えられる。

【0061】

【数3】

20※8参照)で前記(12)式の目標操舵角 δh を補正する。

【0063】

【数4】

装置11のアクチュエータ17の駆動を制御する。すなわち、図20に示すように、目標操舵角 δh およびステアリング装置11の実操舵角の偏差が入力されたPIコントローラは、前記偏差をゼロに収束させるべくステアリング装置11のアクチュエータ17をフィードバック制御する。

【0067】次に、図6のメインルーチンのステップS19の「旋回時衝突回避制御」の内容を、図8のフローチャートに基づいて説明する。尚、自動車は左側通行であるとして説明する。

【0068】先ずステップS31で旋回時における衝突危険度を算出する。衝突危険度は、図12に示すように、自車の旋回半径および対向車の旋回半径の差に基づいて判断されるもので、その差が大きくなるに伴って危険度が高いと判断される。以下、自車の旋回半径および対向車の旋回半径の算出手法を、図21および図22に基づいて説明する。

【0069】先ず、対向車 A_o の旋回半径 R_o を算出する手法を説明する。図21は左側通行の道路で自車 A_i が右旋回する場合を示しており、図22は左側通行の道路で自車 A_i が左旋回する場合を示している。最初に、図21に基づいて自車 A_i が右旋回する場合を説明する。

【0070】旋回中の自車A_iが対向車A_oと適正にすれ違うための適正横距離d_c（例えば3m）が、前記直進走行時における適正横距離d_aと同様に予め設定されている。対向車A_oの位置を中心として適正横距離d_cを半径とする円Cを描き、自車A_iの位置において自車A_iの進行方向に接するとともに、前記円Cの外側に接する円を描くと、その円が旋回中の自車A_iと対向車A_oとが適正にすれ違うための自車A_iの適正旋回軌跡となる。従って、自車A_iの適正旋回軌跡の旋回半径R_i'よりも適正横距離d_cだけ小さい旋回半径R_oを有して中心Oを共有する円が、求めようとする対向車A_o＊

$$R_o^2 = (L \cos \theta)^2 + (R_o + d_c - L \sin \theta)^2 \quad \dots (14)$$

従って、(14)式をR_oについて解くと、対向車A_oの旋回半径R_oを求めることができる。

$$R_o = \frac{L^2 - 2 d_c \cdot L \cdot \sin \theta + d_c^2}{2 L \cdot \sin \theta - 2 d_c} \quad \dots (15)$$

【0074】以上、自車A_iが右旋回する場合の対向車A_oの旋回半径R_oの算出について説明したが、自車A_iが左旋回する場合の対向車A_oの旋回半径R_oの算出も同様にして行うことができる。すなわち、図22に示すように、対向車A_oの位置を中心として適正横距離d_cを半径とする円Cを描き、自車A_iの位置において自車A_iの進行方向に接するとともに、前記円Cの内側に接する円を描くと、その円が旋回中の自車A_iと対向車A_oとが適正にすれ違うための自車A_iの適正旋回軌跡となる。従って、自車A_iの適正旋回軌跡の旋回半径R_i'よりも適正横距離d_cだけ大きい旋回半径R_oを有して中心Oを共有する円が、求めようとする対向車A_o★

$$R_o^2 = (L \cos \theta)^2 + (R_o - d_c - L \sin \theta)^2 \quad \dots (16)$$

従って、(16)式をR_oについて解くと、対向車A_oの旋回半径R_oを求めることができる。

$$R_o = \frac{L^2 + 2 d_c \cdot L \cdot \sin \theta + d_c^2}{2 L \cdot \sin \theta + 2 d_c} \quad \dots (17)$$

【0078】上述した手法による対向車A_oの旋回軌跡（旋回半径R_o）の算出は、レーダー装置3で対向車A_oを複数回に亘って検出することなく1回検出するだけで実行可能であるため、自車A_iおよび対向車A_oが相互に接近して衝突までの時間が短い場合であっても、充分な余裕を持って対向車A_oの旋回軌跡を算出することができる。

【0079】一方、自車A_iの旋回半径R_iは、自車A_iの旋回方向に関わらず、車速センサS₁…の出力に基づいて算出した自車A_iの車速V_iと、自車ヨーレートセンサS₂の出力に基づいて算出した自車A_iのヨーレートγ_iとに基づいて、

$$R_i = V_i / \gamma_i \quad \dots (18)$$

により算出することができる。

【0080】以上のようにして、自車A_iの旋回半径R_i

＊の旋回軌跡となる。つまり、対向車A_oの位置と適正横距離d_cとから自車A_iの適正旋回軌跡を求め、その自車A_iの適正旋回軌跡の内側に適正横距離d_cだけ離れた軌跡として、自車A_iが右旋回する場合の対向車A_oの旋回軌跡を求めることができる。

【0071】前記対向車A_oの旋回半径R_oは、中心Oおよび対向車A_oの位置を結ぶ直線を斜辺とする直角三角形に基づいて算出することができる。すなわち、前記直角三角形に三平方の定理を適用すると次式が成立す

【0072】

※【0073】

※【数5】

★の旋回軌跡となる。つまり、対向車A_oの位置と適正横距離d_cとから自車A_iの適正旋回軌跡を求め、その自車A_iの適正旋回軌跡の外側に適正横距離d_cだけ離れた軌跡として、自車A_iが左旋回する場合の対向車A_oの旋回軌跡を求めることができる。

【0075】前記対向車A_oの旋回半径R_oは、中心Oおよび対向車A_oの位置を結ぶ直線を斜辺とする直角三角形に基づいて算出することができる。すなわち、前記直角三角形に三平方の定理を適用すると次式が成立する。

【0076】

☆【0077】

☆【数6】

iと対向車A_oの旋回半径R_oとが算出されると、両旋回半径R_i、R_oに基づいて衝突危険度を算出する。図12に示すように、自車A_iの右旋回時には「対向車A_oの旋回半径R_o」-「自車A_iの旋回半径R_i」が大きいほど危険度が高いと判定する。なぜならば、右旋回時には、自車A_iが小さい旋回半径R_iで右側の対向車線に進入すると衝突の危険度が発生し、そのとき前記両者の差(R_o-R_i)は大きくなるからである。また自車A_iの左旋回時には「自車A_iの旋回半径R_i」-「対向車A_oの旋回半径R_o」が大きいほど危険度が高いと判定する。なぜならば、左旋回時には、自車A_iが大きい旋回半径R_iで右側の対向車線に進入すると衝突の危険度が発生し、そのとき前記両者の差(R_i-R_o)は大きくなるからである。

【0081】「対向車A_oの旋回半径R_o」-「自車A

iの旋回半径 R_i 」あるいは「自車A iの旋回半径 R_i 」-「対向車A oの旋回半径 R_o 」が適正横距離 d_c (3m)に等しいとき、自車A iおよび対向車A oは適正横距離 d_c を介して適正にすれ違うことができ、このとき衝突危険度は0になる。

【0082】而して、ステップS32で、前記衝突危険度に応じた警報制御および車線逸脱防止制御を実行する。旋回時には、対向車とすれ違う時刻や、そのときの自車および対向車の位置関係を的確に推定することが難しいため、その衝突回避制御は直進時にそれに比べて弱いものとなる。

【0083】図12に示すように、旋回時における衝突危険度はレベル1、レベル2およびレベル3の3段階に設定されている。危険度が低いレベル1では警報器4による警報だけを実行し、危険度が中程度のレベル2では警報器4による警報およびアクチュエータ17による弱い車線逸脱防止制御を実行し、危険度が高いレベル3では警報器4による警報およびアクチュエータ17による強い車線逸脱防止制御を実行する。車線逸脱防止制御は、ドライバーが車線を逸脱する方向への操舵を行ったとき、電動パワーステアリング装置2のアクチュエータ1を駆動して前記操舵を妨げるような操舵反力を発生させて車線逸脱を防止するものである。

【0084】図24は車線逸脱防止制御の例を示すものである。(A)は右旋回中に衝突危険度がレベル2になった場合を示すもので、自車A iが対向車A oに接近する方向(右方向)への操舵トルクが通常よりも重くなるように操舵装置11のアクチュエータ17が制御され、自車A iが対向車A oにそれ以上接近するのが防止される。(B)は左旋回中に衝突危険度がレベル2になった場合を示すもので、自車A iが対向車A oから離反する方向(左方向)への操舵トルクが通常よりも軽くなるように操舵装置11のアクチュエータ17が制御され、自車A iが対向車A oから容易に離反できるようにドライバーのステアリング操作がアシストされる。

【0085】(C)は右旋回中に衝突危険度がレベル3になった場合を示すもので、前記レベル2の(A)の特性を左方向にシフトしたものである。その結果、自車A iが対向車A oに接近する方向(右方向)への操舵トルクを更に重くし、自車A iが対向車A oから離反する方向(左方向)への操舵トルクを軽くすることができる。

(D)は左旋回中に衝突危険度がレベル3になった場合を示すもので、前記レベル2の(B)の特性を左方向にシフトしたものである。その結果、自車A iが対向車A oに接近する方向(右方向)への操舵トルクを重くし、自車A iが対向車A oから離反する方向(左方向)への操舵トルクを更に軽くすることができる。

【0086】尚、上記実施例では対向車A oの旋回半径 R_o と自車A iの旋回半径 R_i とを比較して衝突危険度を算出しているが、対向車A oの旋回半径 R_o と所定の

関係を持つ自車A iの適正旋回半径 R_i' と自車A iの旋回半径 R_i とを比較して衝突危険度を算出することも可能である。すなわち、自車A iが右旋回しているときは、対向車A oの旋回半径 R_o に適正横距離 d_c を加算したものが自車A iの適正旋回半径 R_i' となり(図21参照)、また自車A iが左旋回しているときは、対向車A oの旋回半径 R_o から適正横距離 d_c を減算したものが自車A iの適正旋回半径 R_i' となる(図22参照)。従って、自車A iの旋回半径 R_i が適正旋回半径 R_i' に一致しているときを衝突危険度が0の状態と見做すことが可能となり、衝突危険度の算出が単純化されて一層容易なものとなる。

【0087】また「旋回時衝突回避制御」における警報は、「正面衝突回避制御」における警報と区別すべく、警報器5のブザーの音色やランプの色を異ならせている。

【0088】以上、本発明の実施例を詳述したが、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々の設計変更を行うことが可能である。

【0089】

【発明の効果】以上のように請求項1に記載された発明によれば、自車および対向車が旋回中であることが判別された場合に、自車の車速およびヨーレートに基づいて自車の旋回軌跡を算出するとともに、旋回中に自車および対向車が適正にすれ違うために必要な予め設定された適正横距離と、自車および対向車の相対位置および相対距離とに基づいて対向車の旋回軌跡を算出し、それら自車の旋回軌跡および対向車の旋回軌跡を比較して接触の危険度を算出するので、接触回避制御が困難な旋回中であっても誤制御になったり無制御になったりするのを回避して自車に確実な触回避動作を行わせることができる。

【0090】また請求項2に記載された発明によれば、自車のヨーレートだけでなく、自車および対向車の相対速度および相対距離を考慮して旋回中であるか否かを的確に判別することができる。

【0091】また請求項3に記載された発明によれば、自車および対向車が直進走行中であるとき、すなわち自車および対向車の接触可能性の判定精度が高いときには、強い接触回避動作を行なって対向車との接触を積極的に回避することができる。また自車および対向車が旋回中であるとき、すなわち自車および対向車の接触可能性の判定精度が低いときには、弱い接触回避動作を行なって誤制御の可能性を最小限に抑えることができる。

【0092】また請求項4に記載された発明によれば、自車および対向車が直進走行中であるとき、すなわち自車および対向車の接触可能性の判定精度が高いときには、操舵装置を自動的に操舵して対向車との接触を積極的に回避することができる。また自車および対向車が旋回中であるとき、すなわち自車および対向車の接触可能

性の判定精度が低いときには、操舵装置の保舵力を調整することによりドライバーの操舵を抑制あるいは援助して自車が対向車に更に接近する方向に操舵が行なわれるのを防止することができる。

【0093】また請求項5に記載された発明によれば、前記対向車の旋回軌跡を算出する代わりに、旋回中の自車が対向車と前記適正横距離を介して適正にすれ違うための自車の適正旋回軌跡を算出し、この自車の適正旋回軌跡を自車の旋回軌跡と比較して自車および対向車が接触する危険度を算出するので、右旋回中か左旋回中かに応じて前記適正横距離を加算あるいは減算することなく、自車の適正旋回軌跡および自車の旋回軌跡を直接比較して接触の危険度を算出することができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】 走行安全装置を備えた車両の全体構成図
 【図2】 走行安全装置のブロック図
 【図3】 操舵装置の斜視図
 【図4】 電子制御ユニットの機能の説明図
 【図5】 旋回時衝突回避制御部の回路構成を示すブロック図
 【図6】 メインルーチンのフローチャート
 【図7】 正面衝突回避制御ルーチンのフローチャート
 【図8】 旋回時衝突回避制御ルーチンのフローチャート
 【図9】 正面衝突判断ルーチンのフローチャート
 【図10】 警報制御ルーチンのフローチャート
 【図11】 回避操舵制御ルーチンのフローチャート
 【図12】 旋回時衝突回避制御の内容を示す図
 【図13】 横偏差 δd の算出手法の説明図（衝突が発生する場合）
 【図14】 横偏差 δd の算出手法の説明図（自車が対向車の左側を通過する場合）
 【図15】 横偏差 δd の算出手法の説明図（自車が対向車の右側を通過する場合）
 【図16】 横偏差 δd の補正係数を検索するマップ *

* 【図17】 衝突回避のための目標操舵角の算出手法の説明図

【図18】 目標操舵角補正值 $\delta(\theta)$ を検索するマップ

【図19】 最大操舵角を検索するマップ

【図20】 アクチュエータの制御系のブロック図

【図21】 右旋回中に対向車の旋回半径を算出する手法の説明図

【図22】 左旋回中に対向車の旋回半径を算出する手法の説明図

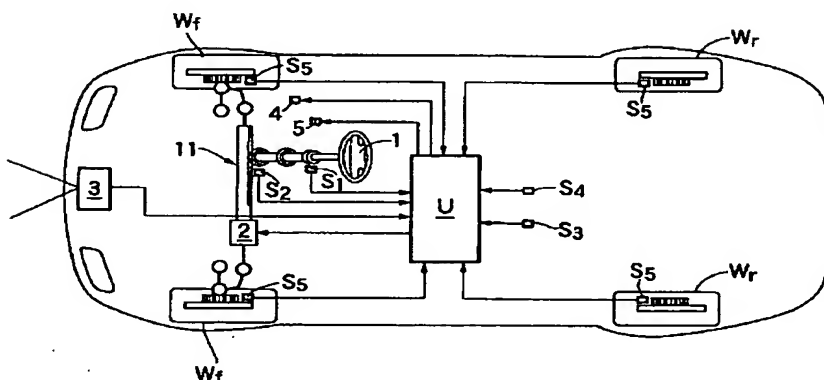
10 【図23】 正面衝突回避制御および旋回時衝突回避制御を判別するマップ

【図24】 操舵装置の保舵力制御の種々の例を説明する図

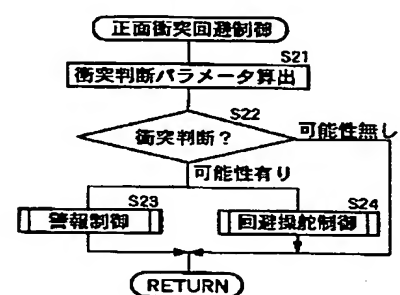
【符号の説明】

Ai	自車
Ao	対向車
L	相対距離
M1	相対関係算出手段
M2	旋回判別手段
20 M3	自車旋回軌跡算出手段
M4	対向車旋回軌跡算出手段
M4'	自車適正旋回軌跡算出手段
M5	危険度算出手段
M6	接触回避手段
S _i	自車ヨーレートセンサ（自車ヨーレート検出手段）
S _s	車速センサ（車速検出手段）
V _i	自車の車速
d _c	適正横距離
30 γ_i	自車のヨーレート
θ	相対角度（相対位置）
3	レーダー装置（物体検出手段）
11	操舵装置

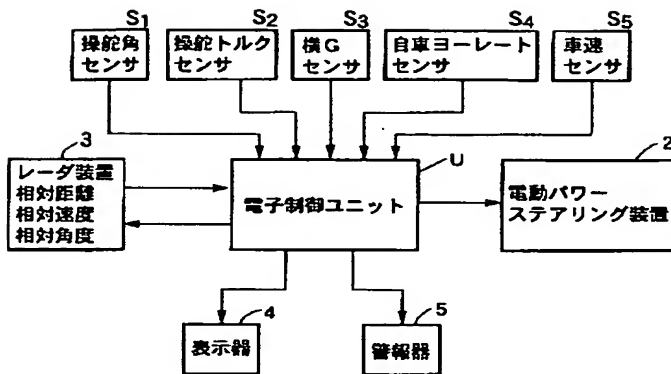
【図1】



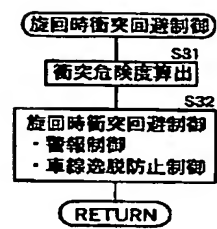
【図7】



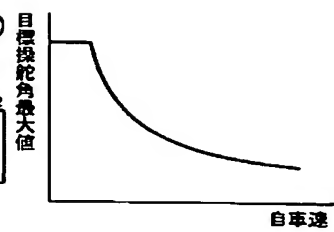
【図2】



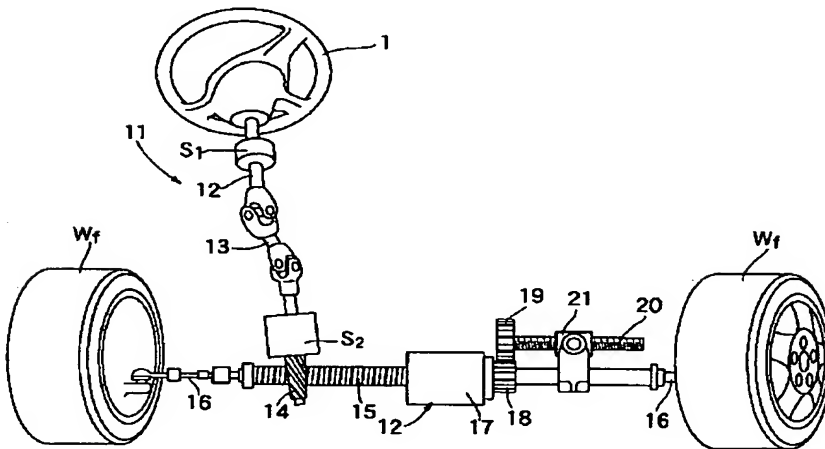
【図8】



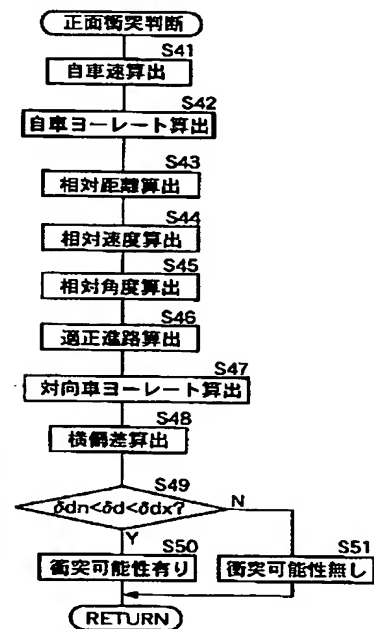
【図19】



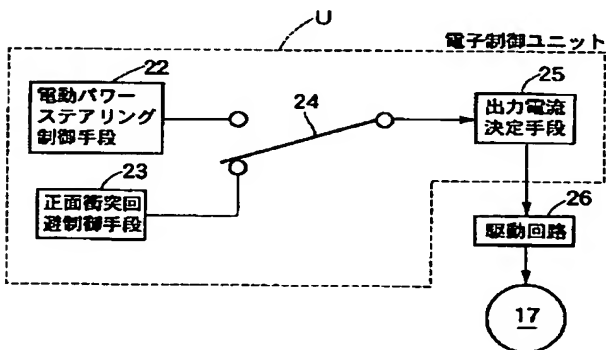
【図3】



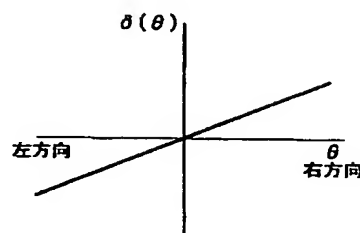
【図9】



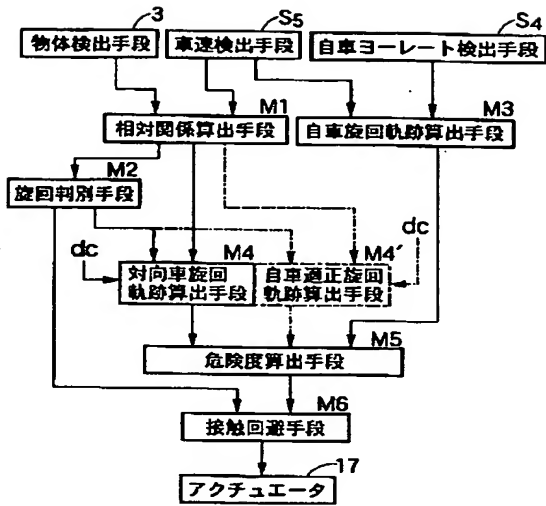
【図4】



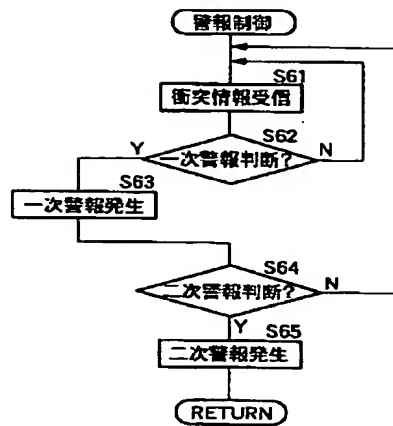
【図18】



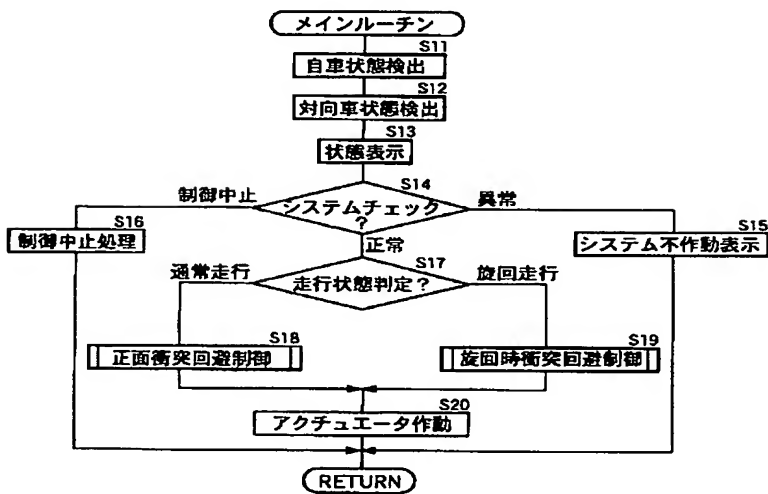
【図5】



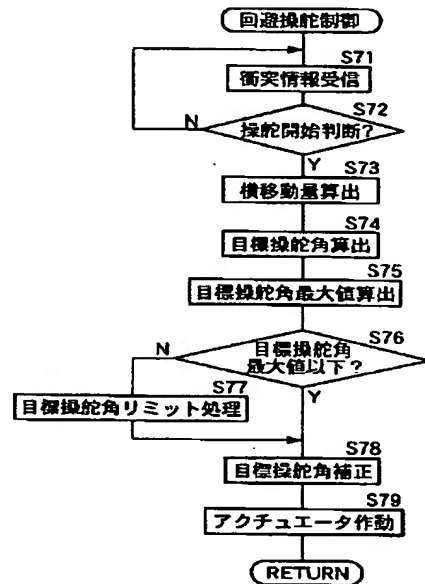
【図10】



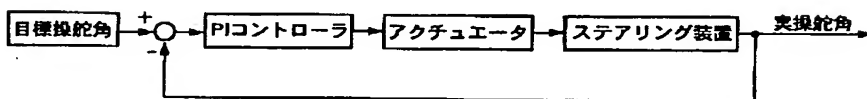
【図6】



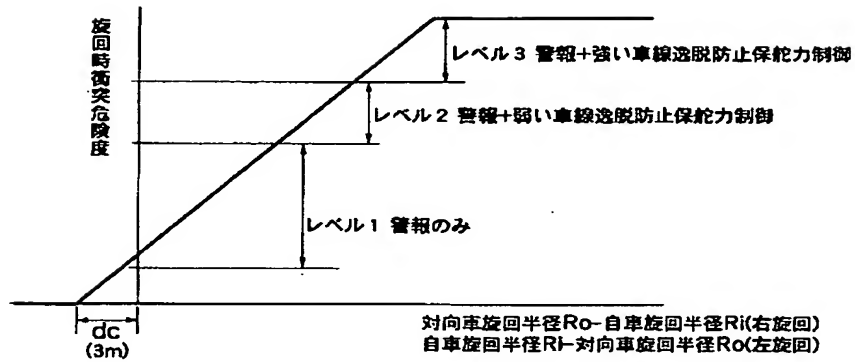
【図11】



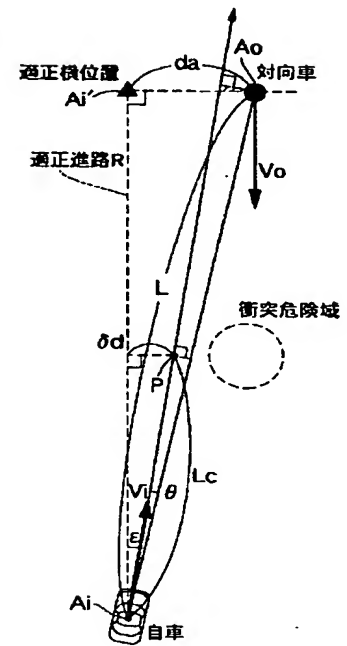
【図20】



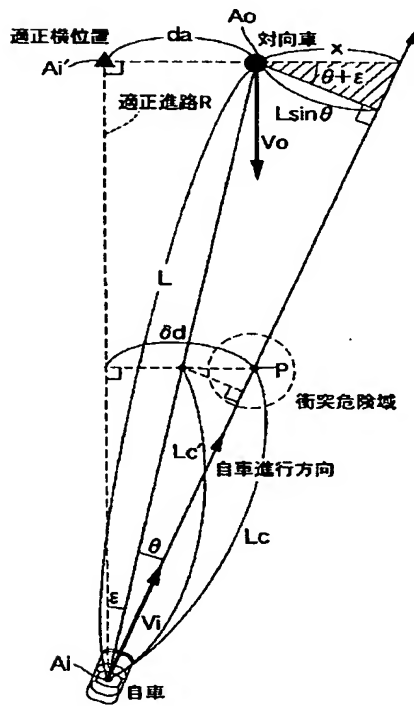
【図12】



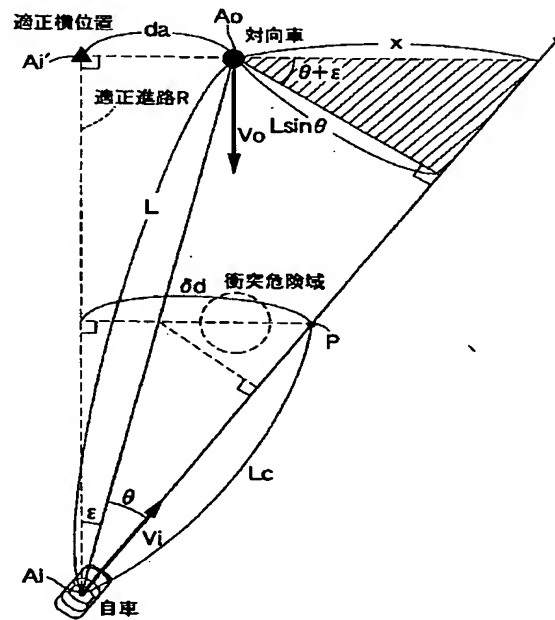
【図14】



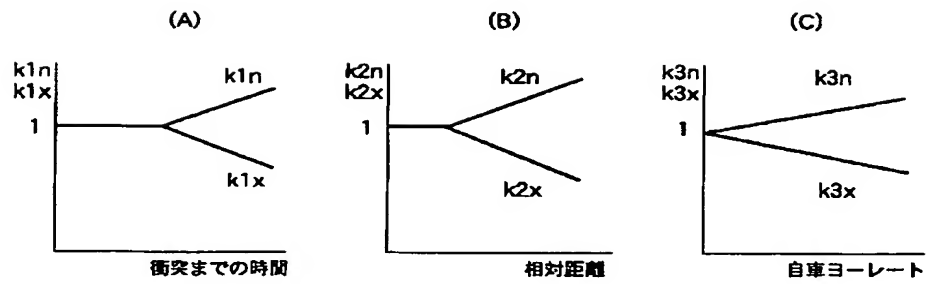
【図13】



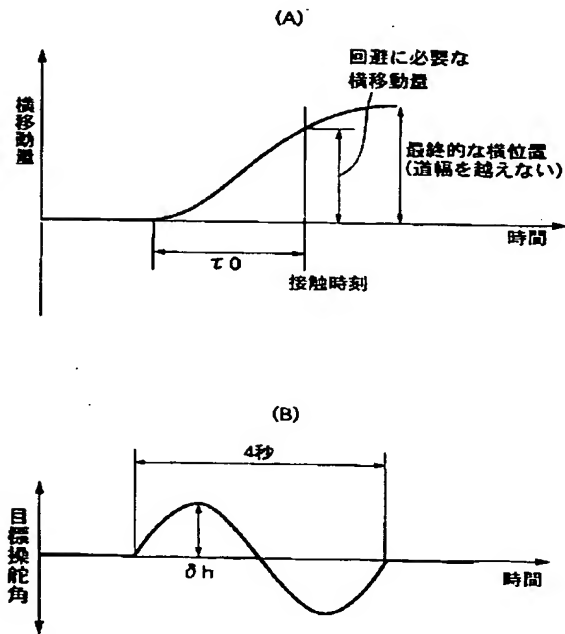
【図15】



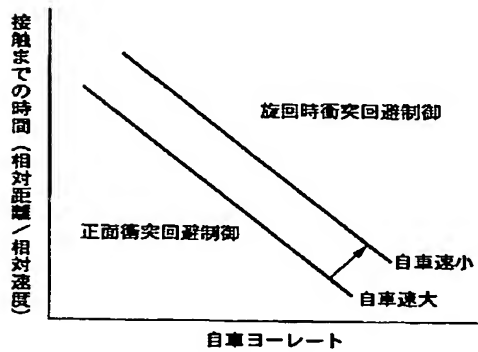
【図16】



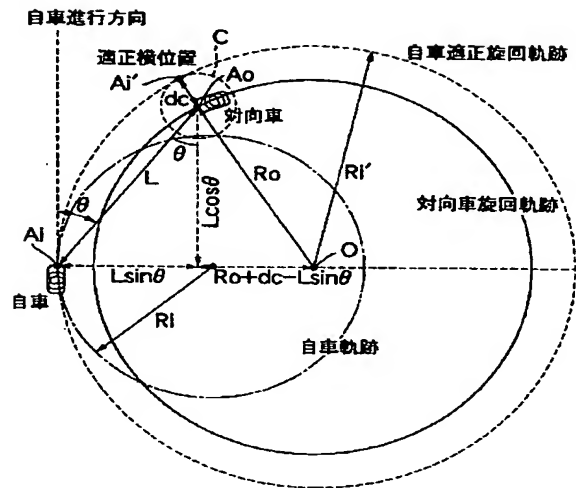
【図17】



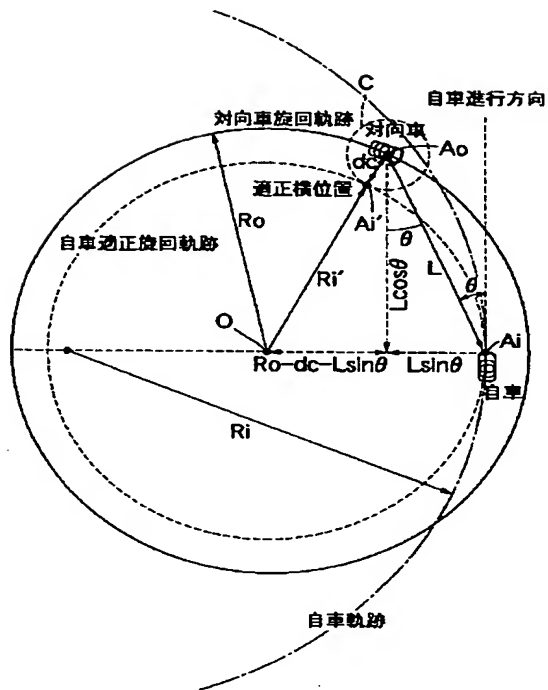
【図23】



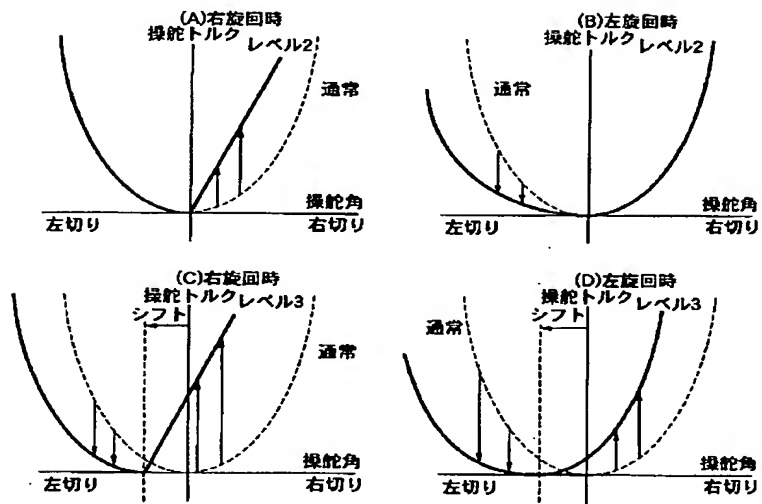
【図21】



【図22】



【図24】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

タームコード (参考)

G 0 8 G 1/16

G 0 8 G 1/16

C

// B 6 2 D 113:00

F ターム (参考) 3D032 CC01 CC08 CC20 DA03 DA15
DA22 DA24 DA27 DA29 DA33
DA77 DA88 DC01 DC02 DC04
DC08 DC09 DC33 DC34 DC35
DD02 DD17 EA01 EB04 EB11
EB13 EC22 GG01
5H180 AA01 BB04 CC12 CC14 LL02
LL04 LL07 LL08 LL15
5H301 AA01 BB20 CC03 CC06 GG14
GG17 GG19 HH03 LL01 LL03
LL06 LL11 LL14 LL15 LL16